

SAN
#4
7-17-02
PATENT
0503-1009.

IN THE U.S. PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant: Olivier MATILE Conf.:
Appl. No.: ~~NEW~~ 10/077950 Group: 1742
Filed: February 20, 2002 Examiner: Kastler
For: LASER CUTTING METHOD AND APPARATUS
WITH A BIFOCAL OPTICAL MEANS AND A
HYDROGEN-BASED ASSIST GAS



CLAIM TO PRIORITY

Assistant Commissioner for Patents
Washington, DC 20231

February 20, 2002

Sir:

Applicant(s) herewith claim(s) the benefit of the priority filing date of the following application(s) for the above-entitled U.S. application under the provisions of 35 U.S.C. § 119 and 37 C.F.R. § 1.55:

<u>Country</u>	<u>Application No.</u>	<u>Filed</u>
FRANCE	0103265	March 9, 2001

Certified copy(ies) of the above-noted application(s) is(are) attached hereto.

Respectfully submitted,

YOUNG & THOMPSON

Benoit Castel

Benoit Castel, Reg. No. 35,041

745 South 23rd Street
Arlington, VA 22202
Telephone (703) 521-2297

BC/ma

Attachment(s): 1 Certified Copy(ies)

THIS PAGE BLANK (USPTO)



BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le **27 DEC. 2001**

Pour le Directeur général de l'Institut
national de la propriété industrielle
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

INSTITUT
NATIONAL DE
LA PROPRIÉTÉ
INDUSTRIELLE

SIEGE
26 bis, rue de Saint Petersburg
75800 PARIS cedex 08
Téléphone : 33 (1) 53 04 53 04
Télécopie : 33 (1) 42 93 59 30
www.inpi.fr

THIS PAGE BLANK (USPTO)

DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg

75800 Paris Cedex 08


Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 93 59 30

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° 1./1..

(Si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 113 W / 260899

Vos références pour ce dossier (facultatif)		S.5629 OP/MM	
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL		610 3265	
TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)			
PROCÉDE ET INSTALLATION DE COUPAGE LASER AVEC OPTIQUE A BIFOCALES ET GAZ D'ASSISTANCE A BASE D'HYDROGENE			
LE(S) DEMANDEUR(S) :			
L'AIR LIQUIDE, SOCIÉTÉ ANONYME POUR L'ÉTUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCÉDES GEORGES CLAUDE 75 quai d'Orsay 75321 PARIS CEDEX 07			
DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) : (Indiquez en haut à droite «Page N° 1/1» S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez un formulaire identique et numérotez chaque page en indiquant le nombre total de pages).			
Nom		MATILE	
Prénoms		Olivier	
Adresse	Rue	6/12 rue Achille Martinet	
	Code postal et ville	75018	PARIS
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom			
Prénoms			
Adresse	Rue		
	Code postal et ville		
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom			
Prénoms			
Adresse	Rue		
	Code postal et ville		
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom			
Prénoms			
Adresse	Rue		
	Code postal et ville		
Société d'appartenance (facultatif)			
DATE ET SIGNATURE(S) DU (DES) DEMANDEUR(S) OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire) 09 mars 2001			
Olivier PITTIS			

La loi n°78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés s'applique aux réponses faites à ce formulaire. Elle garantit un droit d'accès et de rectification pour les données vous concernant auprès de l'INPI.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

DOCUMENT FILED BY:
YOUNG & THOMPSON
745 SOUTH 23RD STREET
ARLINGTON, VIRGINIA 22202
Telephone 703/521-2297



26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08
Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 94 86 54

BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI

cerfa
N° 11354*01

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 1/2

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 540 W / 260899

REMISE DES PIÈCES DATE 9 MARS 2001 LIEU 75 INPI PARIS N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI 0103265 DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE PAR L'INPI 09 MARS 2001		1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE, À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE L'AIR LIQUIDE Direction de la Propriété Intellectuelle 75, quai d'Orsay 75321 PARIS CEDEX 07	
Vos références pour ce dossier (facultatif) S.5629 OP/MM			
Confirmation d'un dépôt par télécopie <input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie			
2 NATURE DE LA DEMANDE		Cochez l'une des 4 cases suivantes	
Demande de brevet		<input checked="" type="checkbox"/>	
Demande de certificat d'utilité		<input type="checkbox"/>	
Demande divisionnaire		<input type="checkbox"/>	
<i>Demande de brevet initiale</i> <i>ou demande de certificat d'utilité initiale</i>		N°	Date <input type="text"/>
		N°	Date <input type="text"/>
Transformation d'une demande de brevet européen <i>Demande de brevet initiale</i>		<input type="checkbox"/>	Date <input type="text"/>
		N°	Date <input type="text"/>
3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum) PROCEDE ET INSTALLATION DE COUPAGE LASER AVEC OPTIQUE A BIFOCALES ET GAZ D'ASSISTANCE A BASE D'HYDROGENE			
4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE		Pays ou organisation Date <input type="text"/> N° Pays ou organisation Date <input type="text"/> N° Pays ou organisation Date <input type="text"/> N° <input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
5 DEMANDEUR		<input type="checkbox"/> S'il y a d'autres demandeurs, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
Nom ou dénomination sociale		L'AIR LIQUIDE, SOCIETE ANONYME POUR L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCEDES GEORGES CLAUDE	
Prénoms			
Forme juridique		Société Anonyme	
N° SIREN		5 . 5 . 2 . 0 . 9 . 6 . 2 . 8 . 1	
Code APE-NAF		2 . 4 . 1 . A	
Adresse	Rue	75, quai d'Orsay	
	Code postal et ville	75321	PARIS CEDEX 07
Pays		FRANCE	
Nationalité		française	
N° de téléphone (facultatif)		01 40 62 54 49	
N° de télécopie (facultatif)		01 40 62 56 95	
Adresse électronique (facultatif)			



BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 2/2

REMISE DES PIÈCES DATE 9 MARS 2001 LIEU 75 INPI PARIS N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI 0103265		Réservé à l'INPI		DB 540 W / 260899	
Vos références pour ce dossier : <i>(facultatif)</i>			S.5629 OP/MM		
6 MANDATAIRE					
Nom			PITTIS		
Prénom			Olivier		
Cabinet ou Société			L'AIR LIQUIDE S.A.		
N° de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel			PG 8831		
Adresse	Rue	75, quai d'Orsay			
	Code postal et ville	75321	PARIS CEDEX 07		
N° de téléphone <i>(facultatif)</i>			01 40 62 54 49		
N° de télécopie <i>(facultatif)</i>			01 40 62 56 95		
Adresse électronique <i>(facultatif)</i>					
7 INVENTEUR (S)					
Les inventeurs sont les demandeurs			<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non Dans ce cas fournir une désignation d'inventeur(s) séparée		
8 RAPPORT DE RECHERCHE			Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation)		
Établissement immédiat ou établissement différé			<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		
Paiement échelonné de la redevance			Paiement en trois versements, uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non		
9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES			Uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Requête pour la première fois pour cette invention <i>(joindre un avis de non-imposition)</i> <input type="checkbox"/> Requête antérieurement à ce dépôt <i>(joindre une copie de la décision d'admission pour cette invention ou indiquer sa référence) :</i>		
Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes					
10 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire) Olivier PITTIS				VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI 	

La loi n°78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés s'applique aux réponses faites à ce formulaire. Elle garantit un droit d'accès et de rectification pour les données vous concernant auprès de l'INPI.

La présente invention concerne un procédé de coupage par faisceau
10 laser des aciers inoxydables, des aciers revêtus, de l'aluminium et de ses
alliages, et des aciers non alliés, alliés et fortement alliés, qu'ils soient
ferritiques ou austénitiques, utilisant une lentille ou un miroir à plusieurs
focales pour focaliser le faisceau laser en au moins deux points de
focalisation distincts l'un de l'autre et situés de préférence sur un même axe,
15 et un mélange d'hydrogène et d'au moins un composé inerte, tel l'azote, en
tant que gaz d'assistance du faisceau laser.

La découpe des aciers inoxydables, des aciers revêtus, de
l'aluminium et des alliages d'aluminium, et des aciers non alliés, alliés et
fortement alliés, qu'ils soient ferritiques ou austénitiques, se fait notamment
20 par mise en œuvre d'un faisceau laser et de l'azote ou de l'oxygène en tant
que gaz d'assistance du faisceau laser, c'est-à-dire en tant que gaz de
coupe.

Par ailleurs, il est connu que l'emploi d'azote en tant que gaz de
coupe de ces matériaux conduit à des vitesses de coupe considérablement
25 inférieures à celles obtenues avec de l'oxygène, typiquement inférieures de
30 à 60 %, et à des consommations de gaz élevées, typiquement
supérieures de 30 à 600 % selon le matériau considéré.

Il a été montré, par ailleurs, notamment par le document EP-A-
655021, que des mélanges d'azote et d'hydrogènes permettaient

d'augmenter la vitesse de coupe lors du coupage par laser de pièces à usiner se présentant sous forme de bandes ou de plaques, notamment de tôles.

5 En d'autres termes, il est connu d'utiliser des mélanges du type azote/hydrogène en lieu et place de l'azote et ce, de manière à améliorer les performances du procédé de découpe laser par comparaison à une découpe laser sous azote pur.

Par ailleurs, le document EP-A-886555 propose d'utiliser des mélanges azote/hydrogène ou argon/hydrogène pour couper par laser à des vitesses inférieures à 10 m/min.

Partant de là, le problème qui se pose est d'améliorer encore les procédés de coupage par faisceau laser des aciers inoxydables, des aciers revêtus, de l'aluminium et des alliages d'aluminium, et des aciers non alliés, alliés et fortement alliés, qu'ils soient ferritiques ou austénitiques, de manière à augmenter la vitesse de découpe d'au moins 30 à 40 % par comparaison avec un procédé de coupage laser utilisant de l'azote pur et d'au moins 20 % par comparaison avec un procédé de coupage laser utilisant un mélange azote / hydrogène, toutes conditions étant égales par ailleurs.

20 De plus, un autre but de l'invention est d'augmenter les performances des procédés de coupage laser mais tout en maîtrisant, voire même en diminuant les quantités de gaz d'assistance consommées et ce, notamment dans le but d'optimiser les coûts globaux du procédé de coupe industriel utilisé.

25 Dit autrement, le but de l'invention est donc de proposer un procédé de coupage laser qui permet d'augmenter les performances de découpe et de limiter la consommation de gaz de coupe.

La présente invention concerne alors un procédé de coupage d'une pièce par mise en œuvre d'un faisceau laser et d'un gaz d'assistance, dans

lequel on utilise au moins un moyen optique pour focaliser le faisceau laser en plusieurs points de focalisation distincts l'un de l'autre, et dans lequel on utilise, en tant que gaz d'assistance dudit faisceau laser, un mélange gazeux contenant de l'hydrogène et au moins un gaz inerte.

5 Selon le cas, le procédé de l'invention peut comprendre l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

- le moyen optique de type multi-focales est choisi parmi les lentilles, les miroirs et leurs combinaisons, de préférence une lentille à bifocales, c'est-à-dire focalisant le faisceau en deux points de focalisation distincts l'un de l'autre. Plus généralement, dans le cas de la présente invention, par
10 moyen optique de type multi-focales, on entend un moyen optique permettant de focaliser le faisceau laser en plusieurs points de focalisation distincts les uns des autres, le plus souvent un premier et un deuxième points de focalisation distincts et situés sur un axe sensiblement co-axial à
15 l'axe de la buse du dispositif laser, c'est-à-dire de la tête laser par laquelle sort le ou les faisceaux laser. Un tel moyen optique et sa mise en œuvre en coupage laser sont décrits dans le document EP-A-929376.

- la pièce à couper est choisie parmi les plaques, les tôles et les tubes.

20 - le moyen optique est transparent ou réfléchissant et est choisi parmi les lentilles, les miroirs et leurs combinaisons, de préférence une lentille bifocales.

- la pièce à couper est en acier inoxydable, en acier revêtu, en aluminium ou en alliage d'aluminium, en acier non allié ou en acier allié.

25 - le gaz inerte est choisi parmi l'azote, l'argon, l'hélium et leurs mélanges, de préférence le gaz inerte est choisi parmi l'azote, l'argon et leurs mélanges.

- le gaz d'assistance contient de 150 ppm en volume à 40% en volume d'hydrogène, de préférence de 0.5 % en volume à 30 % en volume
30 d'hydrogène et le reste étant le gaz inerte.

- le gaz d'assistance est constitué de 5% en volume à 30% en volume d'hydrogène et le reste étant de l'azote.

- l'épaisseur de la pièce à couper est comprise entre 0,2 mm et 20 mm, typiquement entre 0,3 mm et 16 mm.

5 - la vitesse de coupe est comprise entre 0.5 m/min et 20 m/min.

- le moyen optique est agencé de manière à obtenir au moins un premier point de focalisation se positionnant à proximité de la surface supérieure de la pièce à découper, de préférence en coïncidence avec ladite surface supérieure, ou dans l'épaisseur de la pièce à découper dans une région voisine de ladite surface supérieure et au moins un deuxième point de focalisation se positionnant à proximité de la surface inférieure de la pièce à couper et dans l'épaisseur de celle-ci ou en dehors de celle-ci.

10 - le gaz d'assistance contient de l'hydrogène en une proportion ajustée en fonction de l'épaisseur et/ou du matériau constitutif de la pièce à couper.

15 L'invention concerne aussi une installation de coupage par faisceau laser pour la mise en œuvre d'un procédé selon l'invention comprenant :

- au moins un générateur laser pour générer au moins un faisceau laser,

20 - au moins une buse de coupage avec au moins un orifice d'entrée de faisceau laser et au moins un orifice de sortie de faisceau laser,

- au moins un moyen optique transparent ou réfléchissant de type multi-focales pour focaliser ledit faisceau laser en plusieurs points de focalisation, et

25 - au moins une source de gaz d'assistance contenant de l'hydrogène et au moins un gaz inerte dudit faisceau laser alimentant ladite buse en ledit gaz d'assistance.

De façon alternative, l'installation de coupage par faisceau laser pour la mise en œuvre d'un procédé selon l'invention comprenant :

- au moins un générateur laser pour générer au moins un faisceau laser,

- au moins une buse de coupage avec au moins un orifice d'entrée de faisceau laser et au moins un orifice de sortie de faisceau laser,

5 - au moins un moyen optique transparent ou réfléchissant de type multi-focales pour focaliser ledit faisceau laser en plusieurs points de focalisation,

- au moins une première source de gaz contenant au moins de l'hydrogène,

10 - au moins une deuxième source de gaz contenant au moins un gaz inerte, et

- des moyens de mélange de gaz pour mélanger du gaz provenant de la première source de gaz avec du gaz provenant de la deuxième source de gaz de manière à obtenir un gaz d'assistance dudit faisceau laser contenant
15 de l'hydrogène et au moins un gaz inerte, ledit gaz d'assistance alimentant ladite buse.

L'invention repose sur l'utilisation en combinaison, d'une part, d'une ou plusieurs optiques transparentes ou réfléchissantes, tels des lentilles ou des miroirs, permettant d'obtenir plusieurs points de focalisation (PF1,
20 PF2...) distincts du faisceau laser, approximativement dans le même axe et, d'autre part, d'un mélange contenant de l'hydrogène et un ou plusieurs composés gazeux inerte, en particulier l'azote, l'argon ou des mélanges de ces composés, en tant que gaz d'assistance, c'est-à-dire de gaz de coupe.

Une installation de coupage utilisable pour mettre en oeuvre
25 l'invention comprend, par exemple, un générateur laser de type CO₂ pour générer le faisceau laser, une buse de sortie traversée par le faisceau laser, au moins un moyen optique transparent ou réfléchissant pour focaliser ledit faisceau laser et une source de gaz d'assistance du faisceau laser alimentant la buse de sortie en en gaz d'assistance, l'introduction du gaz
30 d'assistance dans la buse se faisant par exemple par un ou plusieurs

orifices d'entrée de gaz traversant la paroi périphérique de la buse. Le laser néanmoins peut être de type Nd:YAG.

Selon l'invention, on utilise un laser de 500 à 6 000 W de puissance.

Le moyen optique est de type multi-focales, de préférence une lentille
5 à bifocales, et la source de gaz d'assistance alimente la buse en un mélange gazeux d'assistance contenant de l'hydrogène et au moins un gaz inerte.

Des optiques transparentes ou réfléchissantes de ce type, c'est-à-dire à plusieurs points de focalisation, utilisables dans le cadre de la présente invention sont décrites dans le document EP-A-929376 auquel on pourra se
10 reporter pour plus de détail.

Le principe de fonctionnement d'un moyen optique à multi-focales est schématiquement le suivant.

Un premier point de focalisation PF1 issu de l'angle de convergence le plus grand obtenu avec ledit moyen optique à multi-focales se positionne
15 à proximité de la surface supérieure de la pièce à découper, de préférence en coïncidence avec ladite surface supérieure ou dans l'épaisseur du matériau dans une région voisine de ladite surface supérieure.

Par ailleurs, un deuxième point de focalisation PF2 issu de l'angle de convergence le plus petit obtenu avec ledit moyen optique à multi-focales
20 se positionne à proximité de la surface inférieure de la pièce dans l'épaisseur du matériau ou en dehors de celle-ci.

Ce principe permet, par rapport à l'utilisation d'une optique standard d'utiliser des diamètres de buse inférieurs et donc de diminuer les consommations en gaz car une telle optique standard, c'est-à-dire ayant un
25 seul point de focalisation, implique de positionner son seul point de focalisation, pour lequel l'angle de convergence est le plus grand, à la face inférieure du matériau, voire en dessous et, de ce fait, afin de laisser passer le faisceau laser, il convient d'utiliser des buses de fort diamètre, ce qui augmente d'autant les consommations de gaz.

Exemples comparatifs

5 Afin d'illustrer l'invention, des essais comparatifs ont été réalisés et les résultats de ces essais, en termes de vitesse de coupe, sont donnés dans le tableau ci-après.

On a coupé une plaque d'acier inoxydable de 3 mm avec un laser de type CO₂ de 1 500 W de puissance en utilisant soit de l'azote pur (essai 1), soit un mélange gazeux contenant 25 % vol. de H₂ et de l'azote pour le reste, et ce, d'une part, avec une lentille standard (essai 2), c'est-à-dire à un seul point de focalisation, et, d'autre part, avec lentille bifocale (essai 3), toutes les autres conditions opératoires étant égales par ailleurs.

Tableau comparatif

	Essai 1 (art antérieur)	Essai 2 (art antérieur)	Essai 3 (invention)
Gaz de coupe	N ₂ pur	N ₂ + 25 % H ₂	N ₂ + 25% H ₂
Optique	lentille mono focale classique	lentille mono focale classique	lentille bi focale
Vitesse de coupe	2,2 m/min	2,5 m/min	3,2 m/min
Consommation gaz	15 m ³ /h	15 m ³ /h	10 m ³ /h

15

Comme on le voit dans le tableau, l'essai 3 selon l'invention conduit à des vitesses de coupe nettement supérieures à celles obtenues avec les procédés classiques (essais 1 et 2) et ce, grâce à l'utilisation en

combinaison d'une lentille bifocale et d'un mélange N_2/H_2 dont la teneur en H_2 est judicieusement contrôlé . Il en est de même pour le gain sur la consommation en gaz .

En effet, le procédé de l'invention permet d'augmenter, dans les
5 conditions des essais ci-dessus, de plus 40% la vitesse de coupe par rapport à un procédé utilisant une lentille standard et de l'azote pur (essai 1) et de plus de 20% la vitesse de coupe par rapport à un procédé utilisant une lentille standard et un mélange azote/hydrogène (essai 2).

De plus, il ressort aussi de ces essais que l'essai 3 est celui qui
10 permet de réaliser la plus forte économie de gaz.

La proportion de H_2 à utiliser est contrôlée ou ajustée en fonction de divers paramètres opératoires, telle la nature et/ou l'épaisseur du matériau à couper, notamment dans le but d'éviter la formation de coulures adhérentes en bas de la saignée de coupe et/ou l'oxydation des faces de coupe par de
15 l'oxygène ou de l'air atmosphérique.

Préférentiellement, les teneurs en H_2 sont de 5 % à 30 % en volume, le reste étant de l'azote.

Il est également envisageable d'utiliser de l'argon au lieu de l'azote, ainsi que des mélanges $Ar+N_2+H_2$.

En résumé, la mise en œuvre d'un procédé de coupage laser selon
20 l'invention conduit à des vitesses de coupe élevées, c'est-à-dire allant d'environ 0,5 m/min à environ 12 m/min, en fonction des épaisseurs et du matériau à couper, associées à des débits de gaz de coupe réduits, typiquement pas plus de 350 m^3/h , et à l'obtention de pièces découpées de
25 qualité élevée et de coût réduit, en particulier avec une source laser de 1800 Watt de puissance par exemple.

Revendications

1. Procédé de coupage d'une pièce par mise en œuvre d'un faisceau laser et d'un gaz d'assistance, dans lequel on utilise au moins un moyen
5 optique pour focaliser le faisceau laser en plusieurs points de focalisation distincts l'un de l'autre, et dans lequel on utilise, en tant que gaz d'assistance dudit faisceau laser, un mélange gazeux contenant de l'hydrogène et au moins un gaz inerte.
- 10 2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le moyen optique est transparent ou réfléchissant et est choisi parmi les lentilles, les miroirs et leurs combinaisons, de préférence une lentille bifocales.
- 15 3. Procédé selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que la pièce à couper est en acier inoxydable, en acier revêtu, en aluminium ou en alliage d'aluminium, en acier non allié ou en acier allié.
- 20 4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que le gaz inerte est choisi parmi l'azote, l'argon, l'hélium et leurs mélanges, de préférence le gaz inerte est choisi parmi l'azote, l'argon et leurs mélanges.
- 25 5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que le gaz d'assistance contient de 150 ppm en volume à 40% en volume d'hydrogène, de préférence de 0.5 % en volume à 30 % en volume d'hydrogène et le reste étant le gaz inerte.
- 30 6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que le gaz d'assistance est constitué de 5% en volume à 30% en volume d'hydrogène et le reste étant de l'azote.

7. Procédé selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que l'épaisseur de la pièce à couper est comprise entre 0,2 mm et 20 mm, typiquement entre 0,3 mm et 16 mm.

5

8. Procédé selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que la vitesse de coupe est comprise entre 0.5 m/min et 20 m/min.

9. Procédé selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que le moyen optique est agencé de manière à obtenir au moins un premier point de focalisation se positionnant à proximité de la surface supérieure de la pièce à découper, de préférence en coïncidence avec ladite surface supérieure, ou dans l'épaisseur de la pièce à découper dans une région voisine de ladite surface supérieure et au moins un deuxième point de focalisation se positionnant à proximité de la surface inférieure de la pièce à couper et dans l'épaisseur de celle-ci ou en dehors de celle-ci.

10. Procédé selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que le gaz d'assistance contient de l'hydrogène en une proportion ajustée en fonction de l'épaisseur et/ou du matériau constitutif de la pièce à couper.

11. Installation de coupage par faisceau laser pour la mise en œuvre d'un procédé selon l'une des revendications 1 à 10, comprenant :

- au moins un générateur laser pour générer au moins un faisceau laser,
- au moins une buse de coupage avec au moins un orifice d'entrée de faisceau laser et au moins un orifice de sortie de faisceau laser,
- au moins un moyen optique transparent ou réfléchissant de type multi-focales pour focaliser ledit faisceau laser en plusieurs points de focalisation, et

- au moins une source de gaz d'assistance contenant de l'hydrogène et au moins un gaz inerte dudit faisceau laser alimentant ladite buse en ledit gaz d'assistance.

- 5 12. Installation de coupage par faisceau laser pour la mise en œuvre d'un procédé selon l'une des revendications 1 à 10, comprenant :
- au moins un générateur laser pour générer au moins un faisceau laser,
 - au moins une buse de coupage avec au moins un orifice d'entrée de
 - 10 faisceau laser et au moins un orifice de sortie de faisceau laser,
 - au moins un moyen optique transparent ou réfléchissant de type multi-focales pour focaliser ledit faisceau laser en plusieurs points de focalisation,
 - au moins une première source de gaz contenant au moins de
 - 15 l'hydrogène,
 - au moins une deuxième source de gaz contenant au moins un gaz inerte, et
 - des moyens de mélange de gaz pour mélanger du gaz provenant de la première source de gaz avec du gaz provenant de la deuxième source de
 - 20 gaz de manière à obtenir un gaz d'assistance dudit faisceau laser contenant de l'hydrogène et au moins un gaz inerte, ledit gaz d'assistance alimentant ladite buse.

THIS PAGE BLANK (USPTO)



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 600466
FR 0103265

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	US 4 606 747 A (STEINHOFF HANS-JOACHIM) 19 août 1986 (1986-08-19)	1,2	B23K26/12
Y	* colonne 1, ligne 65 - colonne 2, ligne 12 * * colonne 2, ligne 30 - ligne 48 * * colonne 3, ligne 53 - ligne 55 * * colonne 7, ligne 15 - ligne 29; figures 2,3,5 *	11,12	
Y,D	WO 97 34730 A (FAERBER MARK ;AGA AB (SE)) 25 septembre 1997 (1997-09-25)	11,12	
A	* le document en entier *	2-8	
A,D	WO 94 04306 A (RIEHN HANS DIETER ;BEYER ECKHARD (DE); BINGENER DIETER (DE); PREIS) 3 mars 1994 (1994-03-03) * le document en entier *	1-7,11, 12	
A,D	WO 98 14302 A (FORCE INSTITUTTET ;NIELSEN STEEN ERIK (DK)) 9 avril 1998 (1998-04-09) * le document en entier *	1,2,9, 11,12	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7)
			B23K
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
26 novembre 2001		Aran, D	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

THIS PAGE BLANK (USPTO)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0103265 FA 600466**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 26-11-2001
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 4606747 A	19-08-1986	DE 3145278 A1	26-05-1983
		AT 25070 T	15-02-1987
		CA 1208301 A1	22-07-1986
		DE 3275181 D1	26-02-1987
		EP 0079473 A2	25-05-1983
		JP 1699165 C	28-09-1992
		JP 3051514 B	07-08-1991
		JP 58090390 A	30-05-1983
WO 9734730 A	25-09-1997	DE 19610298 A1	18-09-1997
		AT 204797 T	15-09-2001
		BR 9708195 A	27-07-1999
		DE 59704448 D1	04-10-2001
		WO 9734730 A1	25-09-1997
		EP 0886555 A1	30-12-1998
		NO 984221 A	14-09-1998
		US 6060687 A	09-05-2000
WO 9404306 A	03-03-1994	DE 4226620 A1	17-02-1994
		AT 143300 T	15-10-1996
		DK 655021 T3	24-02-1997
		WO 9404306 A1	03-03-1994
		EP 0655021 A1	31-05-1995
		ES 2092403 T3	16-11-1996
		FI 950599 A	10-02-1995
		JP 8500060 T	09-01-1996
		NO 950492 A	09-02-1995
		US 5578228 A	26-11-1996
WO 9814302 A	09-04-1998	DK 109197 A	31-03-1998
		AU 4451397 A	24-04-1998
		WO 9814302 A1	09-04-1998
		EP 0929376 A1	21-07-1999
		JP 2001501133 T	30-01-2001
		US 6175096 B1	16-01-2001

THIS PAGE BLANK (USPTO)